

⑫ 公開特許公報(A)

平1-276980

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)11月7日

H 04 N 7/137
G 06 F 15/68
H 03 M 7/30
H 04 N 11/04

330

Z-6957-5C
B-8419-5B
6832-5J
A-7033-5C

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全9頁)

⑮ 発明の名称 画像データ直交変換符号化方式

⑯ 特 願 昭63-105980

⑰ 出 願 昭63(1988)4月28日

⑱ 発 明 者 青 野 友 子 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社
内
⑱ 発 明 者 泉 正 夫 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社
内
⑲ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
⑳ 代 理 人 弁理士 青 山 葆 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

画像データ直交変換符号化方式

2. 特許請求の範囲

(1) 2次元のフルカラー静止画像データに直交変換を行って、空間座標から空間周波数に変換して符号化する画像データ直交変換符号化方式において、

空間周波数領域を、夫々所定の閾値によって低周波数領域と高周波数領域とに分割する複数の領域パターンを設け、

上記各領域パターンの低周波数領域に対応する直交変換データの絶対値和を算出し、

上記絶対値和が最大となる領域パターンの低周波数領域を上記直交変換データの低周波数領域と特定すると共に、上記領域パターンの高周波数領域を上記直交変換データの高周波数領域と特定し、

上記直交変換データの低周波数領域を複数のブロックに分割し、上記直交変換データの上記ブロック毎の平均値を算出し、この平均値の大きなブロッ

クには多くのビット数を配分する一方、平均値の小さなブロックには少ないビット数を配分して、上記直交変換データにおける低周波数領域の符号化を行い、

上記直交変換データの高周波数領域をビットプレーンに分解し、各ビットプレート毎にランレングス符号化を行うことを特徴とする画像データ直交変換符号化方式。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

この発明は、データ圧縮を目的とした画像データ符号化方式、特に直交変換を利用した画像データ直交変換符号化方式に関する。

<従来の技術>

2次元のフルカラー静止画像は膨大な情報量を有しているが、この画像データには大きな冗長性があり、これを抑圧することによって画像データの圧縮が可能である。

従来、このような画像圧縮方式の1つに、画像データの冗長性を除去するために、フーリエ変換、

アダマール変換、ハール変換、コサイン変換およびカルーネン・レーベ変換(KL変換)等の直交変換を利用して、各画素値を空間周波数成分に変換する方式がある。このような画像圧縮方式は、上述のような変換により特定の空間周波数成分にエネルギーが集中するので、エネルギーの大きな空間周波数成分に多くのビット数を割り当て、エネルギーの小さい空間周波数成分に少ないビット数を割り当てることにより、データ量を圧縮することができる。第9図は上述の方式を実施する画像データ直交変換符号化装置のブロック図を示す。

この画像データ直交変換符号化装置は次のように動作する。すなわち、フルカラー静止画像データ(例えば、レッド(R)、グリーン(G)、ブルー(B)の3原色、画像サイズはN×Nとする)を前処理回路1でNTSC方式の輝度信号(Y)と色差信号(I、Q)に変換する。このように、YIQ系に変換するのは次のような理由による。すなわち、RGB系では色成分間の相関が高いため大きな冗長度を含んでいるが、YIQ系では輝度と色差の相

関を脱み出して復号化回路5に入力し、この復号化回路5によって復号化処理された直交変換画像データを、逆変換回路6によって上記直交変換回路2によって行った変換の逆変換を行った後に、上記YIQ系からRGB系への変換を行ってRGB信号を得る。そして、このRGB信号に基づいて画像再生装置7に再生画像を表示する。上述のYIQ系からRGB系への変換は次式によって行われる。

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0 & 0.956 & 0.621 \\ 1.0 & -0.272 & -0.647 \\ 1.0 & -1.106 & 1.703 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix}$$

<発明が解決しようとする課題>

人間の視覚特性は空間周波数において低周波数成分(空間座標系では画素値の変化の少ない平坦な部分)には敏感であるが、高周波数成分(画素値の変化の急激なエッジの部分)には、多少の誤差があってもあまり目に付かないことが知られている。

しかしながら、上記従来の画像データ直交変換符号化方式においては、空間周波数における各空

間の低い直交系を用いるため冗長度が大幅に削減されること、および、YIQ系では人間の視覚特性からY成分に比べてI、Q成分は精度がかなり低くても目立たないため、I、Q成分を粗く符号化し全体の符号量を少なくすることが可能であるからである。RGB系からYIQ系への変換は次式で行われる。

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

次に、YIQ系に変換されたデータを直交変換回路2でお互いに独立な変換軸をもった空間周波数成分に変換する。そして、得られた直交変換画像データを符号化回路3に入力して符号化回路3で各周波数成分のエネルギーに応じたビット配分を行い、割り当てられた各ビット数に応じて量子化および符号化を行って、記録再生装置4に記録する。

このデータを再生して画像再生装置7に表示するには、上記記録再生装置4に記録されたデータ

間周波数成分のエネルギーの大小に基づいてのみビット配分を行っており、高周波数成分でも大きなエネルギーを持っていれば多くのビット数を割り当てているので、人間の視覚において純粋な高周波数成分に対しても多くのビット数が割り当てられてしまい、効率的な画像データの圧縮ができないという問題がある。

そこで、この発明の目的は、空間周波数領域を低周波数領域と高周波数領域に分割して、エネルギーの大きさは同じであっても、高周波数成分には少ないビット数を割り当てるようにすることによって、画質の劣化を抑えながら、従来の画像データ直交変換符号化方式よりも更に圧縮率を高めることが可能な画像データ直交変換符号方式を提供することにある。

<課題を解決するための手段>

上記目的を達成するため、この発明は、2次元のフルカラー静止画像データに直交変換を行って、空間座標から空間周波数に変換して符号化する画像データ直交変換符号化方式において、空間周波

数領域を、夫々所定の閾値によって低周波数領域と高周波数領域とに分割する領域パターンを設け、上記各領域パターンの低周波数領域に対応する直交変換データの絶対値和を算出し、上記絶対値和が最大となる領域パターンの低周波数領域を上記直交変換データの低周波数領域と特定すると共に、上記領域パターンの高周波数領域を上記直交変換データの高周波数領域と特定し、上記直交変換データの低周波数領域を複数のブロックに分割し、上記直交変換データの上記ブロック毎の平均値を算出し、この平均値の大きなブロックには多くのビット数を配分する一方、平均値の小さなブロックには少ないビット数を配分して、上記直交変換データにおける低周波数領域の符号化を行い、上記直交変換データの高周波数領域をビットプレーンに分解し、各ビットプレーン毎にランレングス符号化を行うことを特徴としている。

<実施例>

以下、この発明を図示の実施例により詳細に説明する。

正変換、アダマール変換、ハール変換およびカルネン・レーベ変換(KL変換)等多数の変換がある。本実施例では、離散コサイン変換(以下、DCTと言う)を例に以下の説明を行う。したがって、上記直交変換回路12においては、上記DCTが行われてお互いに独立な変換軸をもつ空間周波数に変換される。

第2図に上記DCTによる変換の概略を示す。第2図において、 (x, y) は画面上の画素の位置であり、 W_{xy} は画面上 (x, y) の位置にある画素値である。また、 (u, v) は空間周波数に変換した後の周波数成分であり、 W_{uv} は空間周波数領域の (u, v) 成分のDCT係数の値である。上記 W_{xy} から W_{uv} への変換式は次式で表される。

$$W_{uv} = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} W_{xy} \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N} \quad (u, v=0, 1, \dots, N-1)$$

$$\text{ここで、} C(u) = \begin{cases} \sqrt{2}/2 & u=0 \\ 1 & u=1, \dots, N-1 \end{cases}$$

上述の式によって、空間座標系をDCTによって空間周波数系に変換した後、上記周波数領域選

第1図はこの発明に係る画像データ直交変換符号化装置の一実施例を示すブロック図である。この画像データ直交変換符号化装置は、前処理回路11、直交変換回路12、周波数領域選択回路13、高周波数成分用の量子化回路14、高周波数成分用の符号化回路15、ビット配分計算回路16、低周波数成分用の量子化回路17、低周波数成分用の符号化回路18、記録再生装置19、復号化回路20、逆変換回路21および画像再生装置22によって概略構成されている。

上記構成の画像データ直交変換符号化装置は次のように動作する。

まず、符号化処理について説明する。

上記前処理回路11は、フルカラー静止画像データ(各画素をレッド(R)、グリーン(G)およびブルー(B)の3信号で表現した画像サイズ $N \times N$ のデータ)を、Y(輝度信号)IQ(色差信号)に変換するものである。上記前処理回路11によってYIQ変換された画像データは、上記直交変換回路12で直交変換される。この直交変換にはフーリ

エ変換、アダマール変換、ハール変換およびカルネン・レーベ変換(KL変換)等多数の変換がある。本実施例では、離散コサイン変換(以下、DCTと言う)を例に以下の説明を行う。したがって、上記直交変換回路12においては、上記DCTが行われてお互いに独立な変換軸をもつ空間周波数に変換される。

すなわち、空間周波数領域における空間周波数成分のエネルギー分布は画像データによって異なる。そこで、このように空間周波数成分のエネルギー分布の異なる画像データに対しても適応的な処理を行うために、第3図(a)～第3図(d)に2次元配列で例示するような、空間周波数系に変換した画像データ(直交変換画像データ)の低周波数領域を決定するための4種類の領域パターンを設定する。この領域パターンは、空間周波数成分の所定の閾値によって低周波数領域(斜線部)と高周波数領域とに分割されている。本実施例における上記領域パターンは上記低周波数領域が全領域の1/4の領域になるように設定してある。

入力された直交変換画像データのエネルギー分布に基づいて、上記4種類の領域パターンの中から最適な領域パターンを次のようにして選ぶ。まず、第3図(a)～第3図(d)の各領域パターンの斜線部(低周波数領域)に対応する直交変換画像デー

タのDCT係数の絶対値の総和を、各画像データ毎に算出する。次に、上記4種類の領域パターンのうち上記総和の値が最大値を取る領域パターンを選ぶ。そして、この選ばれた領域パターンにおける低周波数領域をもって、直交変換画像データの低周波数領域と定めるのである。上記低周波数領域として第3図(e)~第3図(i)に示すような領域を設定してもよい。

さらに、実例を上げて上述の低周波数領域の選択について詳細に説明する。第4図は、画像データをサイズ16×16の空間周波数系に直交変換した場合のDCT係数を、2次元配列で表現した図である。この場合、第3図(a)~第3図(d)の各領域パターンにおける斜線部(低周波数領域)に対応する第4図のDCT係数の絶対値の総和は、第3図(a)の低周波数領域では102821、第3図(b)の低周波数領域では102892、第3図(c)の低周波数領域では103467、第3図(d)の低周波数領域では103401となる。したがって、総和の値の一番大きい第3図(e)の領域パ

ブロック毎に算出して量子化する。各ブロックにおけるDCT係数の対数圧縮後の平均値は次式で計算される。

$$\hat{\sigma}_{pq} = \frac{1}{16} \sum_{p=0}^{15} \sum_{q=0}^{15} \log_2 |W_{ij}|$$

$$(p, q = 0, \dots, \frac{n}{4} - 1)$$

ここで、 $\hat{\sigma}_{pq}$ は空間周波数領域の(p,q)に位置するブロックのDCT係数の平均値、 W_{ij} は上記ブロックにおけるDCT係数値である。上記量子化は一律量子化とする。

このようにして各ブロック毎に求められたDCT係数の平均値に基づいて、ビット配分計算回路16は各ブロックに割り当てるビット数の計算を次のようにして行う。すなわち、上記DCT係数がガウス分布に従うとすると、平均二乗誤差を最小にするビット数配分は以下の式で表される。

$$R_{pq} = \bar{R} + \frac{1}{2} \hat{\sigma}_{pq} - R_l$$

ここで、 R_{pq} は空間周波数領域の(p,q)に位置するブロックに割り当てるビット数、 \bar{R} は低周波数

領域の斜線部分を第4図の直交変換データの低周波数領域として選定するのである。

一方、高周波数領域としては、第3図(e)の領域パターンのうち上記低周波数領域として選択しなかった(斜線部分以外の)部分を選定する。

次に、上記ビット配分計算回路16、量子化回路17および符号化回路18によって行われる低周波成分の情報の量子化および符号化方法について説明する。

第5図に示すように、上述のようにして分離した第4図の直交変換画像データの低周波数領域を、例えば4×4個のDCT係数を1つの単位とするブロックに分割する。ここで、画像データをDCTによって直交変換した後のデータはガウス分布またはラプラス分布に従うことが知られている。このように、DCT後の直交変換画像データがガウス分布またはラプラス分布に従うので、この直交変換画像データの各DCT係数の絶対値の対数値をとって対数圧縮する方法が適当である。そして、この対数圧縮したDCT係数の平均を、上記

領域で各ブロックに割り当てる平均ビット数、 R_l は $\log_2 |W_{ij}|$ の低周波数領域全体の平均値である。

このようにして、各ブロックに割り当てるビット数が絶て求まると、DCT係数 W_{ij} は量子化回路17によって W_{ij} の符号と $\log_2 |W_{ij}| - \hat{\sigma}_{pq}$ の一律量子化で量子化が行われる。したがって、人間の視覚に敏感な低周波数成分の情報としては、上記量子化値を符号化回路18で符号化した W_{ij} の符号、 $\log_2 |W_{ij}| - \hat{\sigma}_{pq}$ および $\hat{\sigma}_{pq}$ の3種類の情報が出力される。

次に、高周波数成分用の量子化回路14および符号化回路15によって行われる高周波数成分の情報の量子化方法および符号化方法について説明する。上記高周波数成分の量子化および符号化は、高周波数成分を2ⁿレベルで量子化し、1ビットをDCT係数の符号に割り当て、(n-1)ビットをDCT係数に割り当てることによって行う。

一例として、n=3であり、直交変換画像データとして第4図に示すように2次元配列されたD

DC T係数を用いる場合について説明する。すなわち、第4図の高周波数領域におけるDC T係数の絶対値 $|W_{ij}|$ の値の範囲に応じて、量子化回路14は例えば次のようにして量子化する。

すなわち、 $0 \leq |W_{ij}| < 23$ のとき 0
 $23 \leq |W_{ij}| < 45$ のとき 1
 $45 \leq |W_{ij}| < 91$ のとき 2
 $91 \leq |W_{ij}|$ のとき 3

として、2ビットで量子化する。この結果を第6図(a)に示す。第6図(b)は、第6図(a)をビットプレーンに分解したときの第2ビットプレーンを示し、第6図(c)は第6図(a)をビットプレーンに分解したときの第1ビットプレーンを示す。そして、符号化回路15で各ビットプレーン毎にランレングス符号化を行うのである。また、DC T係数 W_{ij} の符号は第6図(d)に示すように、第6図(e)に示す量子化値が0以外の係数についてのみ、+を1、-を0として符号化回路15で符号化する。したがって、高周波数成分の情報としては、上記ビットプレーン毎のランレングスとDC T係

数の符号が出力される。

このように、低周波数成分の情報はブロック単位で直交変換画像データの平均値の大きさに応じたビット数で符号化し、高周波数成分の情報はビットプレーン毎にランレングス符号化することによって、人間の視覚の敏感な低周波数領域はエネルギーの大きさに応じたビット数で符号化し、視覚の敏感な高周波数領域は少ないビット数で符号化するのである。したがって、画質の劣化を抑えながら更に画像データ量を圧縮することができる。

また、高周波数成分の情報は次のようにして符号化してもよい。すなわち、第6図(a)において0以外の値を取る係数を第8図(a)に示すように絶対1と置く。そして、1と置いた周波数成分におけるDC T係数のみを取り出して、そのDC T係数値を符号も含めて第8図(b)に示すように順次並べて行く。次に、第8図(a)の係数列はランレングス符号化し、第8図(b)の係数列はこの列の場合は3ビット/係数で符号化して記録再生装置19に出力する。また、上記第8図(b)の係数列

の伝送方法としては、特に閾値以上の値が多い場合は一律に同じビット数を与えないで、出現頻度の少ない絶対値の小さい係数に対しては小さいビット数を割り当て、出現頻度の多い絶対値の大きい係数に対しては大きなビット数を割り当てることによって、圧縮率の低下を防止するようにしてもよい。

以上のようにして求めた低周波数成分および高周波数成分の情報を記録再生装置19(磁気テープおよびフロッピーディスク等)に蓄える。

次に、復号化処理について説明する。

上記記録再生装置19から読み出されたデータは、復号化回路20に入力されてこの復号化回路20で以下に述べるような復号化処理を行う。

低周波数成分の情報の場合は、記録再生装置19から読み出した上記各ブロック毎のDC T係数の平均値 $\hat{\sigma}_{pq}$ より、各ブロックに割り当てられたビット数を上記符号化の場合と同様の方法で算出する。そして、割り当てられたビット数から量子化幅を決定して $\log_2 |W_{ij}| - \hat{\sigma}_{pq}$ の値を計算し、

$\hat{\sigma}_{pq}$ の値を引くことによって $\log_2 |W_{ij}|$ を求める。さらに、 $\log_2 |W_{ij}|$ の2のべき乗を計算して $|W_{ij}|$ の値すなわちDC T係数値を求めることによって復号化するのである。

また、高周波数成分の情報の場合は、上記記録再生装置19から読み出されたランレングス符号から、第6図(a)および第6図(b)のビットプレーンを再構成する。そして、上記ビットプレーンより第6図(a)の量子化値を求め、得られた量子化値と第6図(d)のDC T係数の符号データからDC T係数を求めることによって復号化するのである。第6図(a)の量子化値を復号した結果を第7図に示す。ここで、第6図(a)の符号1, 2, 3はそれぞれ32, 64, 128と復号されている。

上述のようにして、低周波数成分および高周波数成分共に復号されてDC T係数が算出された後、この2種のDC T係数を合わせて空間周波数系を再構成し、このデータを逆変換回路21に入力する。逆変換回路21では上記空間周波数系を空間座標系に逆変換する。ここで、DC T係数を W_{uv} 、

画素値を W_{xy} および画像サイズを $N \times N$ とすると、逆離散コサイン変換は次式で定義される。

$$W_{xy} = \frac{4C(x)C(y)}{N^2} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} W_{uv} \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N} \quad (x, y=0, 1, \dots, N-1)$$

$$\text{ここで、} C(x) = \begin{cases} \sqrt{2}/2 & x=0 \\ 1 & x=1, \dots, N-1 \end{cases}$$

上式で算出された画素値は、輝度信号(Y)と色差信号(I, Q)であるので、これをレッド(R), グリーン(G)およびブルー(B)の3信号にデータ変換して画像再生装置22に入力し、この画像再生装置22で上記RGB信号に基づいて復元画像を得る。

なお、この発明の画像データ直交変換符号化方式で用いた量子化幅、閾値およびブロックサイズ等のパラメータは実験的または経験的に求めることができる。

<発明の効果>

以上より明らかなように、この発明の画像データ直交変換符号化方式は、空間周波数領域を低周波数領域と高周波数領域とに分割する複数の領域

パターンを設け、上記各領域パターンの低周波数領域に対応する直交変換データの絶対値和を計算し、この絶対値和が最大となる領域パターンの低周波数領域を上記直交変換データの低周波数領域と特定すると共に、上記領域パターンの高周波数領域を上記直交変換データの高周波数領域と特定し、上記直交変換データの低周波数領域のブロック毎の直交変換データの平均値を算出し、この平均値の大きさに基づいて、ブロック毎のビット数を計算して低周波数領域の符号化を行い、上記直交変換データの高周波数領域をビットプレーンに分解し、各ビットプレーン毎にランレングス符号化を行うようにしたので、空間周波数領域において、人間の視覚の鈍感な高周波数領域に対するビット数を少なくし、敏感な低周波数領域に対するビット数を多くして符号化することができ、画質の劣化を抑えながら従来よりも更に高い圧縮率で画像データを圧縮することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明に係る画像データ直交変換符

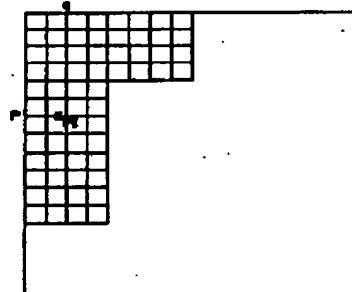
号化装置の一実施例のブロック図、第2図は画像データのDCTによる直交変換の説明図、第3図は各領域パターンの説明図、第4図はDCTによる直交変換を行った後のDCT係数の一例を示す図、第5図は低周波数領域におけるブロックの一例を示す図、第6図は高周波数領域における量子化値、ビットプレーンおよびDCT係数の符号データの一例を示す図、第7図は第8図に示す高周波数領域の量子化値を復号化した結果を示す図、第8図は高周波数領域における符号化の他の実施例を示す図、第9図は従来の画像データ直交変換符号化装置のブロック図である。

- 11…前処理回路、 12…直交変換回路、
13…周波数領域選択回路、
14, 17…量子化回路、 15, 18…符号化回路、
16…ビット配分計算回路、 19…記録再生装置、
20…復号化回路、 21…逆変換回路、
22…画像再生装置。

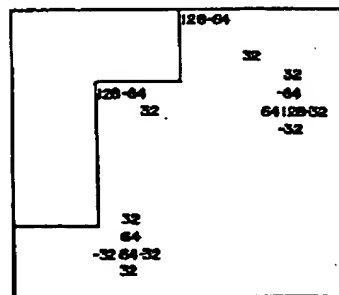
特許出願人 シャープ株式会社

代理人 弁理士 青山 深 ほか1名

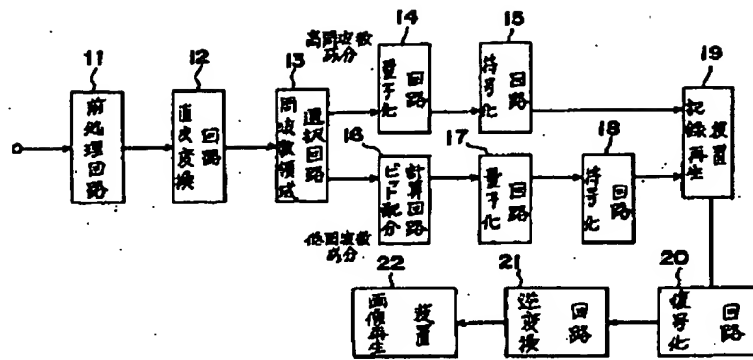
第5図



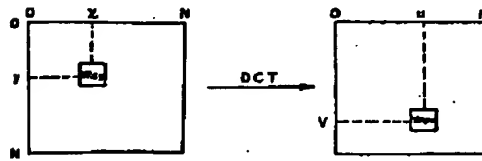
第7図



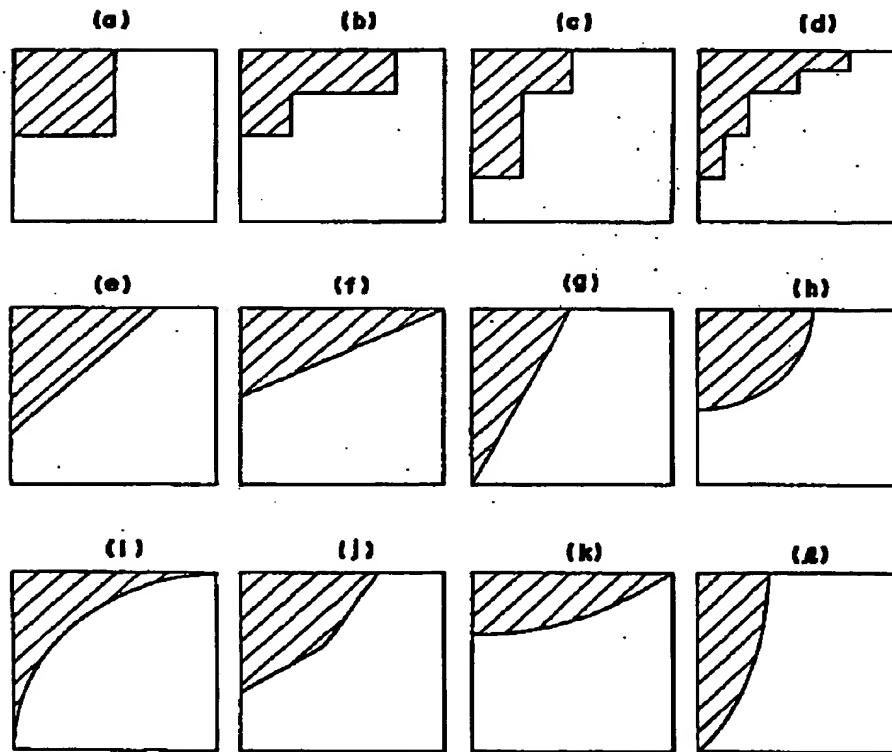
第1図



第2図



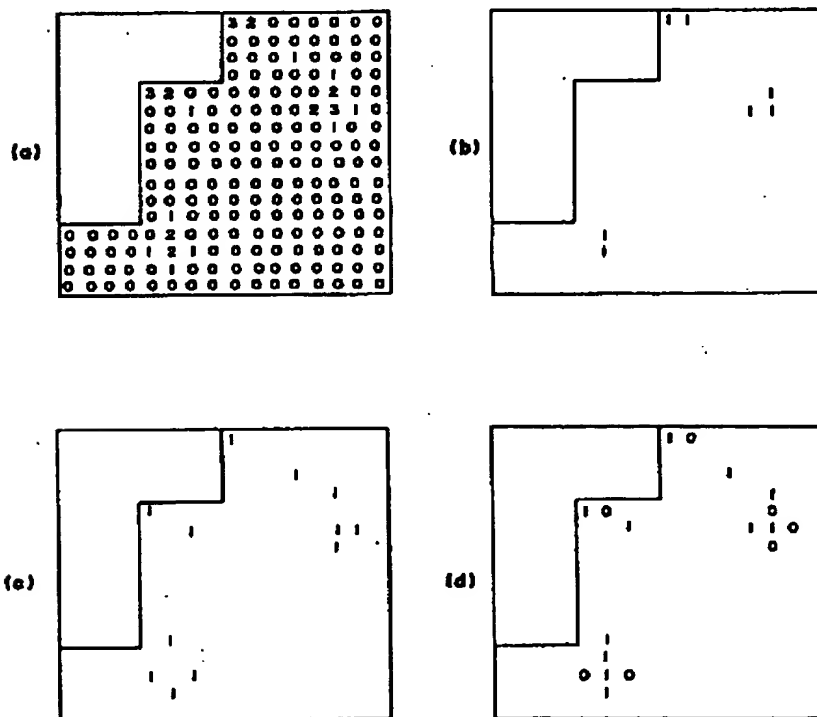
第3図



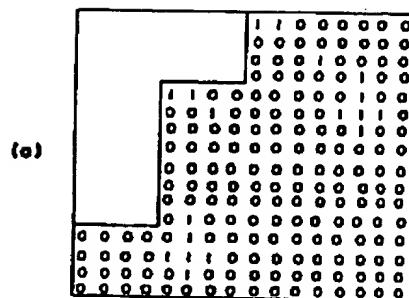
第 4 図

30875	9874	6324	329	198	256	-103	96	112	-187	12	-20	19	5	-3	0
8784	6237	1036	204	98	256	811	-84	5	13	-2	-6	-3	-1	0	0
8067	8093	3024	105	-75	25	21	-26	-7	18	10	23	-19	15	2	0
-7034	8094	1098	204	25	-12	9	-10	-2	-17	8	19	22	32	0	0
-1028	3123	512	-108	91	-70	8	-5	13	-2	4	2	-18	-76	7	-5
357	243	294	58	20	5	23	12	20	11	-7	-17	51	93	-25	13
298	121	111	82	0	3	5	11	9	0	9	0	-10	-23	8	-6
-110	-90	80	71	9	21	-1	-6	7	9	5	8	-10	-12	3	0
-87	80	54	-18	-3	17	9	-4	-5	-3	-6	7	-8	7	2	0
98	101	72	-29	0	-7	4	2	9	0	-3	-5	-2	19	-1	0
-54	-87	-31	52	1	3	-2	-9	7	-8	9	4	10	21	-4	0
-74	32	24	-13	9	23	-10	8	6	-3	1	2	8	-16	6	1
-16	5	-3	-2	-11	51	12	8	-3	9	2	-5	-7	-9	3	-1
19	13	7	-16	-32	70	-41	29	7	-3	-2	0	-9	20	-1	0
4	2	-6	-9	-11	30	13	-7	1	0	-8	7	3	-1	2	0
0	0	0	3	8	19	-10	2	0	0	-2	1	0	0	0	0

第 6 図



第8図



(b) 3 -2 1 1 3 -2 -2 1 2 3 -1 -1 1 2 -1 2 -1 1

第9図

